Problemas de Física 4 §
Ecuación de la Energía

1. **Procesos**

   (a) Determinar cuáles son los procesos efectuados en los siguientes casos:

   i. $\Delta u = \Delta w$

   ii. $\Delta u = \Delta q$

   iii. $\Delta q = -\Delta w$

   iv. $\Delta q = \Delta h$

   (b) Encontrar la ecuación que determina, y dibujar procesos isobáricos en la superficie pvT y en algunas de sus proyecciones.

2. **Ecuación de Energía**

   (a) Sea $u = u(T, v)$, y $\delta w = -pdv$. Utilizando la primer Ley de la Termodinámica, demostrar:

   i. $\left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_v = c_v$

   ii. $\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T = \frac{c_p - c_v}{\beta v} - p$

   iii. $\delta q_T = \frac{c_p - c_v}{\beta v} dv_T$

   iv. $\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_s = \frac{c_v - c_p}{\beta v c_v}$

   (b) Considerar ahora $u = u(T, p)$ y demostrar:

   i. $\left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_p = c_p - p\beta v$

   ii. $\left(\frac{\partial u}{\partial p}\right)_T = pv\kappa - \frac{\kappa}{\beta}(c_p - c_v)$

   iii. $\delta q_T = \frac{\kappa}{\beta}(c_v - c_p)dp_T$

   iv. $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_s = \frac{\kappa(c_p - c_v)}{\beta c_p}$

   (c) Considerar ahora $u = u(v, p)$ y demostrar:

   i. $\left(\frac{\partial u}{\partial p}\right)_v = \frac{\kappa c_v}{\beta}$

   ii. $\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_p = \frac{c_p}{\beta v} - p$

   iii. $\delta q_T = \frac{c_v \kappa}{\beta} dp_T + \frac{c_p}{\beta v} dv_T$

   iv. $\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_s = -\frac{c_p}{\kappa v c_v}$

3. **Problemas Adicionales**

   (a) Un mol de gas se halla confinado en un cilindro con pistón adiabático. Supongamos que inicialmente el volumen es $V_A = 1\ l$ y la temperatura $T_A = 300K$. El gas se expande contra presión nula hasta que su volumen alcanza $V_A = 2\ l$. La ecuación de estado del gas es

   $$p(V, T) = \frac{RT}{V} - \frac{a}{V^2}$$

   y la energía interna es:

   $$U(T, V) = \frac{5}{2}RT - \frac{a}{V}.$$

   Las constantes $R = 0.082 \frac{l\ atm}{mol\ K}$ y $a = 0.082\ atm\ l^2$.

§http://www.df.uba.ar/users/dmitnik/fisica4

i. ¿El proceso es reversible?
ii. Calcular ΔU_{AB}
iii. Calcular T_B
iv. Calcular p_B
v. Calcular ΔH_{AB}
vi. Calcular C_v

(b) La ecuación de estado para un gas de Van der Waals es:

$$(p + \frac{a}{v^2})(v - b) = RT$$

y $dU = C_v dT + \frac{a}{V^2} dV$. Encontrar la expresión matemática que cumple un camino adiabático ("ecuación adiabática").

(c) Se tiene un dispositivo de Joule, que contiene un gas de Van der Waals con n_A moles en un compartimiento, y n_B en el otro. Ambos compartimientos están inicialmente a la misma temperatura T_1, tienen el mismo volumen V, y son adiabáticos.

i. Hallar la temperatura T_f correspondiente al estado final de equilibrio, luego de abrirse la llave que comunica los dos compartimientos.
ii. Analizar los casos particulares $n_B = 0$ y $n_A = n_B$.

(d) Calcular cómo cambia la temperatura del aire a medida que se va subiendo por la atmósfera. Ayuda: suponer una columna de aire, cuya presión en la parte inferior (a una altura h) es p, y $p(h + dh) = p + dp$. Utilizar $dp = -\rho g dh$ y suponer que el aire es un gas ideal, muy mal conductor del calor. Lo que se debe hallar es $\frac{dT}{dh}$.
Algunos datos útiles del aire: Masa específica M=28.9. Calores específicos: $c_v = 5/2$ R, $c_p = 7/2$ R.